



## **Estudio macroscópico, radiológico y histológico de una fractura tibial de *Myotragus balearicus***

Jordana X<sup>1,2</sup>, Galtés I<sup>2</sup>, Isidro A<sup>2</sup>, Malgosa A<sup>2</sup>, Köhler M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament Paleobiologia, Institut Català de Paleontologia, Campus de la UAB, Barcelona

<sup>2</sup>Grup de Recerca en Osteobiografia, Unitat d'Antropologia Biològica, UAB, Barcelona

**RESUMEN.** *Presentamos el estudio tomográfico y histológico de una tibia perteneciente a un bóvido fósil del Pleistoceno Superior de Mallorca (Myotragus balearicus) que mostraba externamente una consolidación viciosa de una fractura a nivel de su tercio distal. El estudio indica que se trata de una fractura antigua y completamente remodelada, producida por un mecanismo indirecto, bien angular o de rotación o combinado. La curación completa del traumatismo es interpretada en el contexto de los ecosistemas insulares, caracterizados por la ausencia de depredadores.*

**PALABRAS CLAVE:** *Fractura, Paleohistología, Insularidad, Paleopatología*

**SUMMARY.** *We present the tomographic and histologic study of a tibia belonging to a fossil bovid from Upper Pleistocene sites of Majorca (Myotragus balearicus). Macroscopically, this bone showed vicious bone consolidation of a fracture on its distal shaft. The study indicates that it was an old fracture completely remodelled, caused by an indirect mechanism, rather angular or rotational or combined. The complete healing of the trauma is interpreted in the framework of insular ecosystems, characterized by the lack of predators.*

**KEYWORDS:** *Fracture, Paleohistology, Insularity, Paleopathology*

### **INTRODUCCIÓN**

Debido a la presión que ejercen los depredadores, es poco común observar fracturas completamente consolidadas en los huesos largos de herbívoros salvajes.

En este trabajo presentamos el estudio de una tibia derecha perteneciente a un bóvido fósil, *Myotragus balearicus* (IPS46392, Son Berenguer, Mallorca, Pleistoceno Superior), que mostraba externamente una consolidación viciosa

de una fractura a nivel de su tercio distal (Fig. 1). El objetivo del trabajo fue determinar la antigüedad, el estado de remodelación y el mecanismo de dicho traumatismo.

*Myotragus* (Bate, 1909) es un bóvido (Artiodactyla, Caprinae) endémico de las Islas Baleares (Mallorca y Menorca), que evolucionó en condiciones de aislamiento desde finales del Mioceno hasta su extinción hace unos 5.000 años, coincidiendo probablemente con la llegada del hombre (Alcover et al., 1981; Moyà-Solà et al., 1999). Las especies insulares se caracterizan principalmente por evolucionar en ecosistemas con recursos limitados y baja presión de predación (Grant, 1998; MacArthur y Wilson, 1967).

## MÉTODOS

Se ha realizado un estudio tomográfico (TC) e histológico. Las imágenes tomográficas fueron realizadas en el Hospital Mútua de Terrassa y han sido analizadas mediante el software OsiriX v.3.5.1. La técnica histológica consistió en la realización de una lámina delgada y pulida siguiendo el procedimiento estándar (Chinsamy, 2005; Klevezal, 1996) utilizado en el Laboratorio de Láminas Finas del ICP. El hueso se incluyó en resina epoxy, se obtuvo una sección transversal de 100  $\mu\text{m}$  de espesor mediante una sierra de diamante, y la superficie fue pulida con carborundo. El corte histológico fue analizado utilizando microscopio óptico de luz polarizada.

## RESULTADOS

El estudio tomográfico muestra una remodelación cortical completa, aunque se observa una pequeña hendidura cortical externa en la cara posterior del tercio distal (Fig. 2). También se observa un fragmento de hueso cortical de localización medular y con signos de integración al tejido óseo adyacente. En la reconstrucción volumétrica de esta zona se puede observar que el fragmento

cortical endomedular está completamente integrado al tejido óseo adyacente (Fig. 3).

En la imagen tomográfica, a nivel de la diáfisis medial, se observa un foco de esclerosis ósea de 870  $\mu\text{m}$   $\varnothing$  y localización medular. La reconstrucción volumétrica de esta zona muestra que se trata de una masa de hueso denso pediculada y en contigüidad con la cortical interna, compatible con una exostosis (Fig. 4).

El estudio histológico del fragmento cortical endomedular muestra un tejido de estructura (laminillas óseas dispuestas en capas paralelas) y grosor (250  $\mu\text{m}$ ) análogo al de las trabéculas del tejido esponjoso; sin embargo, se puede observar un sistema haversiano propio del hueso compacto. En el estudio histológico de la cortical, a nivel de la hendidura cortical externa, se observa un tejido haversiano denso y con continuidad del sistema circunferencial externo (Fig. 5).

## CONCLUSIONES

El estudio indica que se trata de una fractura antigua, completamente remodelada, del tercio distal de la tibia. La configuración externa sugiere un mecanismo de fractura indirecto, bien angular o de rotación o combinado, siendo difícil esta distinción por la remodelación existente. El estudio de la estructura interna ha mostrado la presencia de tejido óseo lamelar (hueso maduro), así como la presencia de un fragmento de hueso cortical endomedular con signos de integración al tejido esponjoso. También ha permitido el hallazgo de una enostosis, una lesión ósea benigna asintomática, de probable origen congénito o de desarrollo.

A pesar de la repercusión funcional derivada de la consolidación patológica, la curación completa del traumatismo en este espécimen de *Myotragus balearicus* es una evidencia de su ecosistema insular caracterizado por la ausencia de presión interespecífica, tanto de competencia como de predación. Este hallazgo no es

aislado pues estudios previos de W. H. Waldren ya habían detectado varios ejemplares de esta misma especie con fracturas consolidadas. En este sentido, se ha sugerido que en los ecosistemas insulares, los caracteres de historia de vida (Life-history traits) de los mamíferos evolucionan de forma diferente que en los ecosistemas continentales ([Palkovacs, 2003](#)). Un estudio reciente de [Köhler y Moyà-Solà \(2009\)](#) concluía que *Myotragus balearicus* tenía una longevidad mucho mayor que la de los bóvidos actuales. La mayor supervivencia de este bóvido fósil, pues, podría explicar la observación de fracturas consolidadas.

## REFERENCIAS

Alcover JA, Moyà-Solà S, Pons-Moyà, J. Quimeres Del Passat. Palma De Mallorca: Editorial Moll; 1981

Bate DMA. A new artiodactyle from Majorca. Geol. Mag. 1909; 543: 385–388

Chinsamy A. The Microstructure of Dinosaur Bone. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press; 2005  
Grant P. Patterns on islands and microevolution. En: Grant PR, editor.

Evolution on Islands, Oxford: Oxford Univ. Press; 1998. p.1-17

Klevezal GA. Recording Structures of Mammals: Determination of Age and Reconstruction of Life History. Rotterdam: Aa Balkema; 1996

Köhler M, Moyà-Solà S. Physiological and life history strategies of a fossil large mammal in a resource-limited environment. Proc. Natl. Acad. Sci. Usa. 2009; 106:20354–20358

MacArthur RH, Wilson EO. The Theory of Island Biogeography. New Jersey: Princeton University Press; 1967

Moyà-Solà S, Quintana J, Alcover JA, Köhler M. Intercontinental relationships and island faunas. Endemic islands faunas of the Mediterranean Miocene. En: Rössner GE y Heissig K, editores. The Miocene. Land Mammals of Europe. München: Verlag Dr. Friederich Pfeil; 1999. p.435-442

Palkovacs E. Explaining adaptive shifts in body size on islands: a Life History approach. Oikos 2003; 103:37–44

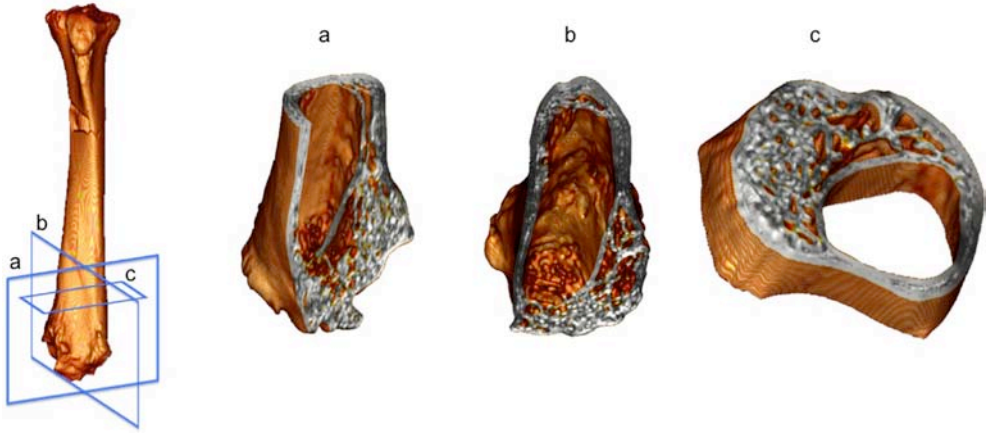
**FIGURAS:**



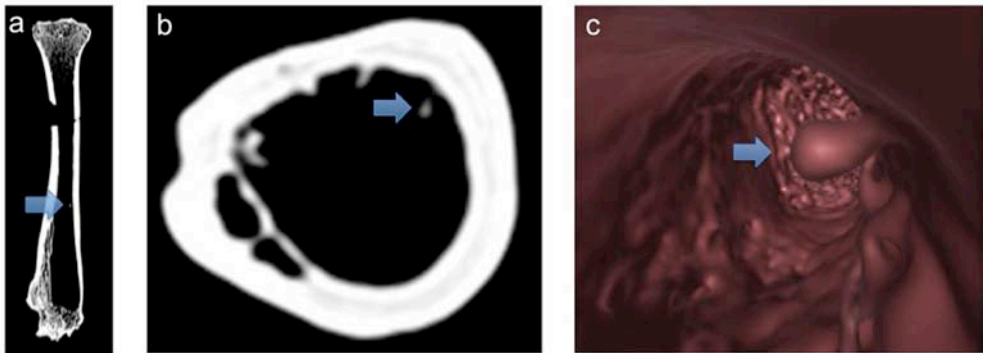
**Figura 1.** Visión anterior, interna y externa de la tibia. Se observa calo de fractura y rotación externa del tercio distal que conlleva una orientación patológica de la articulación



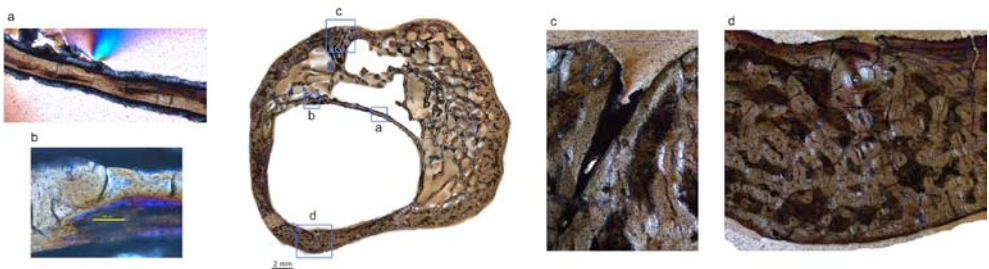
**Figura 2.** Imagen tomográfica. Visión coronal (a), sagital (b) y axial (c). La cruz señala el fragmento de hueso cortical de localización medular



**Figura 3.** Reconstrucción volumétrica de la tibia representando tres secciones del tercio distal



**Figura 4.** Imagen tomográfica: visión coronal (a) y axial (b) de la tibia, a nivel de la diáfisis medial. (c) Reconstrucción volumétrica de la lesión. La flecha señala el foco de esclerosis ósea de 870  $\mu\text{m}$   $\varnothing$  y localización medular



**Figura 5.** Imagen histológica correspondiente a la sección tomográfica axial representada en las figuras 2 y 3. (a) Detalle del fragmento cortical endomedular. (b) Detalle del mismo fragmento cortical observándose un sistema haversiano propio del hueso compacto. (c) Detalle de la hendidura cortical en la que se observa una continuidad del sistema circunferencial externo. (d) Detalle de la cortical observándose tejido haversiano denso y tejido circunferencial externo e interno